

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Juni 2005 (30.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/060240 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H04N 5/225**,  
G02B 7/02, G03B 5/02, 5/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/014285

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Dezember 2004 (15.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 59 193.1 17. Dezember 2003 (17.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **HELLA KGAA HUECK & CO.** [DE/DE];  
Rixbecker Strasse 75, 59552 Lippstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ADAMECK, Markus**  
[DE/DE]; Beckumer Strasse 146, 59555 Lippstadt (DE).  
**MAKARUK, Michael** [PL/DE]; Nüskenkamp 17, 59555  
Lippstadt (DE). **SCHULTE, Michael** [DE/DE]; Finken-  
weg 11, 33106 Paderborn (DE).

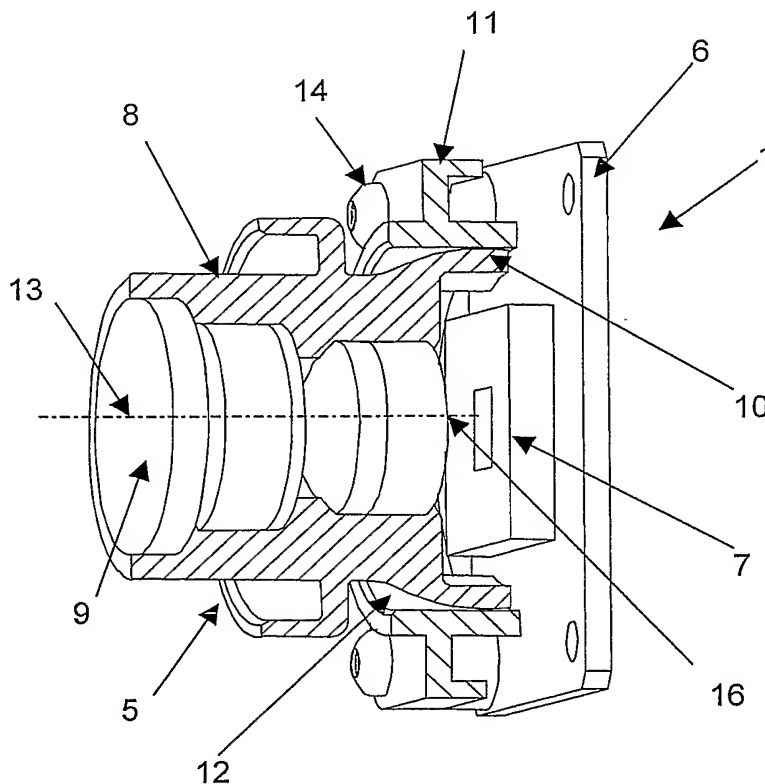
(74) Gemeinsamer Vertreter: **HELLA KGAA HUECK &  
CO.**; Rixbecker Strasse 75, 59552 Lippstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CAMERA ARRAY AND METHOD FOR ADJUSTING A LENS WITH RESPECT TO THE IMAGE SENSOR

(54) Bezeichnung: KAMERAANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR JUSTIERUNG EINES OBJEKTIVS IN BEZUG AUF  
DEN BILDSENSOR



(57) Abstract: Disclosed is a camera array, especially for use in a motor vehicle, comprising a printed board (6) with an image sensor (7) and a front standard assembly (11), in addition to a lens (5) for projecting an image on the image sensor (7), wherein the lens (5) is connected to the front standard assembly (11) by connecting means, wherein said connecting means are one or more housing sections (10) having a conical segment shape that are provided on the end side of the lens (5), said sections being received in a cylindrical bore (12) of the front standard assembly (11), wherein the connecting means are suitable for moving the lens (5) relative to the image sensor (7) and also for pivoting. The invention also relates to a method for adjusting the inventive camera array.

(57) Zusammenfassung: Kameraanordnung, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, umfassend, eine Leiterplatte (6) mit einem Bildsensor (7) und einem Objektivträger (11), sowie ein Objektiv (5) zur Projektion eines Bildes auf den Bildsensor (7), wobei das Objektiv (5) über Anschlussmittel mit dem Objektivträger (11) verbunden ist, wobei es sich bei

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/060240 A1



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

dem Anschlussmittel um einen oder mehrere endseitig des objektives (5) vorgesehenen kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt(e) (10) handelt, die in einer zylindrischen Bohrung (12) des Objektivträgers (11) aufgenommen sind, wobei das Anschlussmittel dazu geeignet ist, das Objektiv (5) relativ zu dem Bildsensor (7) zu verschieben, als auch zu verschwenken, sowie ein Verfahren zur Justierung einer erfindungsgemäßen Kameraanordnung.

KAMERAANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR JUSTIERUNG EINES OBJEKTIVS IN BEZUG AUF  
DEN BILDSENSOR

Die vorliegende Erfindung betrifft einer Kameraanordnung gemäß  
5 dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur  
Justierung einer Kameraanordnung nach Anspruch 6.

STAND DER TECHNIK

10 Eine Kameraanordnung der zuvor genannten Art ist aus der DE 101  
15 043 A1 bekannt. Hier wird ein Verfahren und eine Vorrichtung  
zur Kalibrierung eines Kamerasystems, insbesondere eines auf  
einem Fahrzeug angeordneten Kamerasystems beschrieben, mit dem  
die Kalibrierung der Kamera in einem Kamera-Koordinatensystem  
15 in Bezug auf ein Referenz-Kamerasystem auf einfache Weise  
ermöglicht werden soll.

Es handelt sich hierbei jedoch ausschließlich um eine  
Justierung bzw. Ausrichtung der Kamera innerhalb der zuvor  
20 genannten Koordinatensysteme, insbesondere um eine Ausrichtung  
auf einen vorgegebenen Punkt im Raum. Eine geeignete Justierung  
des Objektivs zu dem in der Kamera verwendeten Bildchip,  
beispielsweise um die notwendige homogene Bildschärfe der  
Kamera sicherzustellen, wird hier nicht vorgeschlagen.

25

Die im Bereich der Fahrzeugtechnik eingesetzten  
Kameraanordnungen müssen werksseitig auf eine optimale  
Bildschärfe eingestellt werden. Hierbei muss berücksichtigt  
werden, dass es sich nicht um Kameras handelt, wie sie  
30 beispielsweise im Bereich von professionellen Videoaufnahmen  
eingesetzt werden, sondern um Kleinkameras, die mit einem  
kleinen, meist flächigem Bildsensor sowie einem Objektiv  
ausgestattet sind, wobei das Objektiv über ein Anschlußmittel

mit dem Bildsensor verbunden ist. Zur Einstellung der geforderten Bildschärfe ist vorgesehen, dass der Abstand des Objektivs zu dem Bildsensor so lange verändert wird, bis der Bildsensor ein Bild ausreichender Schärfe liefert. Es ist  
5 jedoch zu beachten, dass bei den bekannten Kameraanordnungen mit einer Verkipfung des Bildsensors (vom Sollwert abweichende Neigung des Bildsensors zur Leiterplattenebene) zu rechnen ist. Dabei liegen Werte um 2 Grad durchaus im zulässigen Toleranzbereich. Als Konsequenz hieraus ergibt sich jedoch,  
10 dass beispielsweise bei einem bildseitigen Schärfebereich von ca. 0,05 mm, einer Brennweite  $f = 2$  mm und bei einer Blende von 2,0, die Verkipfung des Bildsensors um 2 Grad dazu führt, dass nur ein Teil der gesamten Bildsensorfläche scharf gestellt werden kann. Der übrige Teil bzw. Bildabschnitt bleibt  
15 unscharf.

Hier setzt die vorliegende Erfindung an und macht es sich zur Aufgabe eine Kameraanordnung bereitzustellen, die trotz Verkipfungen des Bildsensors im gesamten Bildbereich scharf  
20 eingestellt werden kann.

#### VORTEILE DER ERFINDUNG

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass es sich  
25 bei dem Anschlussmittel um einen oder mehrere endseitig des Objektivs vorgesehene kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt(e) handelt, die in einer zylindrischen Bohrung des Objektivträgers aufgenommen sind, wobei das Anschlussmittel dazu geeignet ist, das Objektiv relativ zu dem Bildsensor zu verschieben, als auch  
30 zu verschwenken. Durch diese Ausgestaltung des Anschlussmittels wird es ermöglicht, dass das Objektiv optimal an die Lage des Bildsensors angepasst werden kann, d.h. es kann eine homogene

Schärfe über den gesamten Bildsensorbereich sichergestellt werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt und die zylindrische Bohrung über eine Spielpassung gegeneinander verschiebbar und verschwenkbar gelagert sind. Durch diese Maßnahme kann sichergestellt werden, dass eine geeignete Verbindung zwischen dem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt und der zylindrischen Bohrung besteht. Durch diese Verbindung wird insbesondere eine spätere Verbindung der zuvor genannten Komponenten, beispielsweise durch Laserschweißen oder Kleben, begünstigt. Darüber hinaus kann das Objektiv vollständig von einer geeigneten Vorrichtung während des Justageprozesses geführt werden.

Es ist weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen, dass das Objektiv, die Leiterplatte mit dem Bildsensor und dem Objektivträger in einem Gehäuse untergebracht sind. Hierdurch lässt sich eine kompakte und unempfindliche Bauweise der Kameraanordnung sicherstellen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass der kugelsegmentförmige Abschnitt dem Objektiv angespritzt bzw. mit dem Objektiv verklebt ist. Neben der Einstückigkeit der zuvor genannten Komponenten kann sichergestellt werden, dass beispielsweise handelsübliche und kostengünstige Objektive mit einem erfindungsgemäßen kugelsegmentförmigen Abschnitt ausgestattet werden können. So kann beispielsweise auch für das Objektiv bzw. das Objektivgehäuse ein von dem kugelsegmentförmigen Abschnitt abweichendes Material verwendet werden.

Es kann weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der Objektivträger aus einem Material besteht, welches für Laserstrahlung durchlässig ist. Hierdurch wird ein Verbindungsprozess zwischen dem Objektivträger und dem Objektiv nach Beendigung des Justageprozesses begünstigt, indem ein Laserstrahl nur das Material des Objektivs bzw. des kugelsegmentförmigen Abschnitts aufschmilzt um eine Verbindung mit dem Objektivträger herzustellen.

10 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Justierung einer erfindungsgemäßen Kameraanordnung vorzuschlagen, wobei sichergestellt werden soll, dass ein scharfes Bild über den gesamten Bildsensorbereich ausgegeben wird.

15

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Verfahrensschritten des Anspruchs 6 gelöst. Durch ein Einbringen des Objektivs in den Objektträger in einer vorbestimmten Anfangsposition  $W_1$ , einem Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Wegstreckenposition  $W_n$  in einer Auswerteeinrichtung, einem Verschieben des

20 Objektivs um einen Wegstreckenabschnitt  $\Delta z$  in Richtung des Bildsensors, einem Wiederholen der letzten Verfahrensschritte bis der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt eine vorbestimmte Endposition  $W_{\text{Ende}}$  erreicht, einem Verschieben des Objektivs in die Wegstreckenposition  $W_{\text{max}}$  in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist, einem Verschwenken des Objektivs in eine vorbestimmte erste Anfangsschwenkposition  $S_{\alpha 1}$ , einem Auslesen der

Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Schwenkposition  $S_{\alpha n}$  in einer geeigneten Auswerteeinrichtung, einem Verschwenken des Objektivs um einen Schwenkwinkel  $\Delta\alpha$  in eine vorbestimmte erste Schwenkrichtung  $a$ , einem Wiederholen der letzten Verfahrensschritte bis eine vorbestimmte erste Endposition  $S_{\alpha End}$  erreicht ist, einem Verschwenken des Objektivs in die Schwenkposition  $S_{\alpha max}$  in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist, einem Verbinden des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts mit der zylindrischen Bohrung, kann sichergestellt werden, dass das Objektiv gleichmäßig ein Bild auf den Bildsensor abgebildet, d.h. die optische Achse des Objektivs stimmt mit dem mittigen Normalenvektor des Bildsensors überein und es ist mit einem gleichmäßig scharfen Bild zu rechnen. Eine Neigung des Bildsensors kann somit ausgeglichen werden.

In einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind vor dem Verbinden der zylindrischen Bohrung mit dem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt nachfolgende Verfahrensschritte vorgesehen, die eine noch genauere Justierung des Objektivs ermöglichen. Durch ein Verschwenken des Objektivs in eine zu der Schwenkrichtung  $a$  orthogonale Schwenkrichtung  $b$  in eine zweite Ausgangsschwenkposition  $S_{\beta 1}$ , einem Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Schwenkposition  $S_{\beta n}$  in einer geeigneten Auswerteeinrichtung,

- einem Verschwenken des Objektivs um einen Schwenkwinkel  $\Delta\beta$  entgegengesetzt der zweiten Schwenkrichtung b, einem Wiederholen der letzten Verfahrensschritte bis eine vorbestimmte zweite Endposition  $S_{\beta\text{End}}$  erreicht ist, einem
- 5 Verschwenken des Objektivs in die Schwenkposition  $S_{\beta\text{max}}$  in welcher der Wert der zuvor gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist, kann eine noch genauere Anpassung des Objektivs an einen Neigung des Bildsensors vorgenommen werden.
- 10 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass es sich bei den auszulesenden Bildsensorinformationen um diejenigen Bildpunkte handelt, die auf einem Radius  $R = \frac{1}{4} \cdot$  der Breite des Bildes um das zu erwartende Bildzentrum liegen. Diese
- 15 Punkteschar eignet sich unter anderem besonders gut um einen repräsentativen Mittelwert der Kontrastwerte zu bilden.

Es kann weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass die Kontrastwerte über die Modulationstransferfunktion bestimmt

20 werden.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass der kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts und die zylindrischen Bohrung durch Laserschweißen oder Verkleben miteinander

25 verbunden werden. Diese Verfahren haben sich als besonders rationelle und einfach handhabbare Verfahren zur Verbindung der zuvor genannten Komponenten erwiesen. Denkbar bleiben jedoch auch andere Verbindungsmechanismen, wie beispielsweise Verschraubungen.

30

Es kann weiterhin vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass es sich bei den ermittelten Kontrastwerten um jeweils voneinander



unabhängige Kontrastwerte für die Farbwerte rot, grün und blau handelt. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, eine Einstellung entsprechend der Wahrnehmung des menschlichen Auges vorzunehmen und die Bildqualität der Kameraanordnung weiterhin zu verbessern.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Farbwerte mit einem Faktor gewichtet werden, wobei die grünen Kontrastwerte stärker gewichtet werden als die roten Kontrastwerte und die roten Kontrastwerte stärker als die blauen Kontrastwerte. Mit diesem Einstellungsschema wird die Kameraanordnung besonders gut an die Wahrnehmung des menschlichen Auges angepasst.

## ZEICHNUNGEN

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Kameraanordnung in einer teilweise geschnittenen perspektivischen Ansicht;

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Kameraanordnung in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 3 eine geschnittene Darstellung einer erfindungsgemäßen Kameraanordnung in einem Gehäuse;

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Kameraanordnung in einem Gehäuse;

Fig. 5

bis 10 eine schematische Darstellung einzelner  
Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens  
zur Justierung einer erfindungsgemäßen  
Kameraanordnung.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Zunächst wird auf Fig. 1 bezug genommen.

Eine erfindungsgemäße Kameraanordnung 1 umfasst im wesentlichen  
5 eine Leiterplatte 6, auf der etwa mittig ein flächiger  
Bildsensor 7 mit einer sensitiven Fläche aufgebracht ist. Vor  
dem Bildsensor 7 ist ein Objektiv 5 angeordnet, welches im  
Idealfall ein scharfes Bild über die gesamte sensitive Fläche  
des Bildsensors 7 projiziert. Dieser Fall tritt ein, wenn die  
10 nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind.

Das Objektiv 5 umfasst ein im wesentlichen zylinderförmiges  
Objektivgehäuse 8, in dem jeweils geeignete Linsen 9 entlang  
einer optischen Achse 13 aufgereiht sind. Die optische Achse 13  
15 geht in dieser bevorzugten Ausführungsform, da es sich um  
rotationssymmetrische Linsen 9 handelt, durch die  
Linienmittelpunkte. Ein scharfes Bild über die gesamte  
Bildsensorfläche entsteht, wenn das Objektiv 5 den richtigen  
Abstand zu dem Bildsensor 7 einnimmt, sowie wenn die optische  
20 Achse 13 senkrecht auf das Zentrum des Bildsensors 7 fällt, mit  
anderen Worten, wenn ein mittig des Bildsensors 7 angeordneter  
Normalenvektor 16 mit der optischen Achse 13 übereinstimmt. Um  
diesen Zustand herstellen zu können ist erfindungsgemäß ein  
Anschlussmittel zwischen Objektiv 5 und Leiterplatte 6  
25 vorgesehen, welches wie nachfolgend beschrieben ausgestaltet  
ist.

Das Objektiv 5 ist mit einem Objektivträger 11 auf der  
Leiterplatte 6 befestigt. Der Objektivträger 11 selbst ist mit  
30 Schrauben 14 auf der Leiterplatte 6 angebracht und weist eine  
mittig angeordnete zylindrische Bohrung 12 auf. Der  
Objektivträger 11 kann aus einem Material gefertigt sein,  
welches für Laserstrahlung durchlässig ist. Das Objektivgehäuse

8 wiederum ist endseitig mit einem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 ausgestattet, der in die zylindrische Bohrung 12 eingebracht werden kann, wobei die Kanten des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnittes 10 an der zylindrischen Bohrung 12 im Rahmen einer Spielpassung anliegen, d.h. es ist ein geringes Spiel zwischen dem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 und der zylindrischen Bohrung 12 vorgesehen, so dass eine Verschiebung des Objektivs 5 entlang der zylindrischen Bohrung 12, als auch ein Schwenken des Objektivs 5 in einen gewünschten Winkel zwischen dem Normalenvektor 16 und der optischen Achse 13 möglich wird.

Bei dem Objektiv 5 kann es sich beispielsweise um ein handelsübliches Objektiv handeln, welches grundsätzlich in großen Stückzahlen erhältlich ist. In einem besonderen Arbeitgang wird das Objektiv 5, bzw. des Objektivgehäuse 8 mit dem entsprechenden kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10, beispielsweise durch Aufspritzen oder Verkleben hergestellt. Als Material für den kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 kommt beispielsweise Kunststoff in Frage, wohingegen das Objektiv 5 aus Metall bestehen kann. Auch kann das Objektiv 5 samt dem kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt 10 einstückig hergestellt worden sein.

Des weiteren sind die zuvor genannten Komponenten in einem kompakten Gehäuse 2 untergebracht, in dem darüber hinaus auch eine Leiterplatte 15 für die Kameraelektronik integriert sein kann. Aus dem Gehäuse 2 ist eine Anschlussleitung 3 herausgeführt und es sind Befestigungselemente 4 vorgesehen, die einen Einbau der Kameraanordnung 1 in ein Kraftfahrzeug erlauben.

Beim Justageprozess der Kameraanordnung 1 wird das Objektiv 5 in den Objektivträger 11 montiert und in Richtung der optischen Achse 13, nachfolgend Z-Achse genannt, aus einer Anfangsposition  $W_1$  so lange verschoben, bis Bereiche des Bildsensors 7 scharf gestellt sind. Aus Gründen der Fertigung und der Messtechnik kann die optimale Position der Schärfentiefe nicht direkt bestimmt werden. Daher wird zur Ermittlung der Position des Objektivs 5 die Kameraanordnung 1 auf ein Testbild ausgerichtet und anschließend das Bild des Bildsensors 7 bzw. das Bild der Kameraanordnung 1 ausgelesen und mit einer Auswertesoftware in einer Auswerteeinrichtung (beispielsweise Personal Computer) analysiert. Für die Bestimmung der Abbildungsqualität des Objektivs 5 wird mit der Auswerteeinrichtung die MFT (Modulationstransferfunktion, der Kontrast) in einigen Bildbereichen bestimmt. Nach Auswertung des Kamerabildes wird das Objektiv 5 entlang der optischen Achse 13 von der Anfangsposition  $W_1$  um eine Wegstrecke  $\Delta z$  in eine weitere Wegstreckenposition  $W_n$  verschoben und die Abbildungsqualität erneut bestimmt. Der Vorgang wiederholt sich so lange, bis das Objektiv 5 die optimale Position durchfahren hat und die Endposition  $W_{\text{Ende}}$  erreicht ist. Im wesentlichen handelt es sich bei der Anfangsposition  $W_1$  um eine Position, in welcher der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitte 10 an der oberen Kante der zylindrischen Bohrung 12 anliegt und bei der Endposition  $W_{\text{Ende}}$  um diejenige Position, bei welcher der kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnittes 10 an dem unteren Ende der zylindrischen Bohrung 12 anliegt. Grundsätzlich ist es erfahrungsgemäß nicht notwendig, die zuvor beschriebenen Extrempositionen anzufahren. Sie dienen lediglich als Orientierungspositionen um das erfindungsgemäße Verfahren zu veranschaulichen. Auch ist es grundsätzlich möglich, das

Objektiv vom unteren Ende zum oberen Ende der zylindrischen Bohrung 12 zu verfahren.

Basierend auf den ermittelten Kontrastwerten der  
5 Wegstreckenpositionen  $W_n$  wird hieraus ein gewichteter Mittelwert errechnet, welcher mit der jeweiligen Wegstreckenposition verknüpft ist. Die Wichtung kommt dadurch zustande, dass jeder Kontrastwert abhängig von seiner Bildposition mit einem vorbestimmten Wichtungsfaktor  
10 multipliziert wird. Durch die Wichtung können bevorzugte Bildpunkte stärker in den jeweils zu bestimmenden gewichteten Mittelwert eingehen.

Entsprechend wird das Objektiv in die Wegstreckenposition  $W_{\max}$   
15 mit dem höchsten (besten) gewichteten Mittelwert zurückgefahren. Es ist auch denkbar, dass eine Position  $W_{\max}$  angefahren wird, die zwischen den zuvor angefahrenen Wegstreckenpositionen  $W_n$  liegt, wenn beispielsweise ein Interpolationsverfahren auf die gewichteten Mittelwerte  
20 angewendet wurde.

Anders ausgedrückt, soll die Position die optimale Position sein, bei welcher der mittlere Kontrast an vorherbestimmten Bildpositionen maximal ist bzw. bei der die mittlere  
25 quadratische Abweichung vom höchsten Kontrastwert minimal wird. Damit ist die Z-Position des Objektives 5 festgelegt.

Es ist anzumerken, dass zur Bestimmung des Kontrastes die Orte im Bild verwendet werden, die auf dem Radius  $R$  um das zu  
30 erwartende Bildzentrum liegen, für die gilt  $R = \frac{1}{4} \cdot \text{Breite des Bildes}$ . Darüber hinaus ist es vorteilhaft, ebenfalls die Bildmitte und die Bildränder zur Kontrastbestimmung heranzuziehen.

Im Anschluss daran wird das Objektiv 5 um den Drehpunkt des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnittes 10 verdreht, bis die optische Achse 13 des Objektivs 5 und der Normalenvektor 16 des Bildsensors 7 zusammenfallen, d.h. das Objektiv 5 wird um ein oder zwei zueinander orthogonale Verkippungsachsen ( $\alpha$ ,  $\beta$ -Achse) (abhängig von der bildseitigen Schärfentiefe) justiert.

Hierzu wird zunächst eine Anfangsschwenkposition  $S_{\alpha 1}$  angefahren und der gewichtete Mittelwert der Kontrastwerte analog zu dem oben aufgeführten Verfahren bestimmt, der jeweiligen Schwenkposition zugeordnet und in der Auswerteeinrichtung zwischengespeichert.

Anschließend wird das Objektiv 5 um einen Betrag  $\Delta\alpha$  in eine vorbestimmte Schwenkrichtung  $a$  verschwenkt und die Kontrastwerte erneut ausgelesen, der gewichtete Mittelwert gebildet, der jeweiligen Schwenkposition zugeordnet und zwischengespeichert.

Letztendlich wird das Objektiv 5 in diejenige Schwenkposition  $S_{\alpha \max}$  zurückverfahren, bei welcher der gewichtete Mittelwert der Kontrastwerte maximal ist, bzw. bei der die mittlere quadratische Abweichung (Fehler) vom Maximum des Kontrastes minimal wird.

Erfahrungsgemäß kann das Objektiv 5 mit den zuvor beschriebenen Verfahrensschritten in ausreichendem Maße derart ausgerichtet werden, dass die optische Achse 13 des Objektivs 5 mit dem mittigen Normalenvektor 16 des Bildsensors 7 überwiegend zusammenfällt.

Zur weiteren Optimierung kann vorgesehen sein, dass das  
Objektiv 5 um eine zu der Schwenkrichtung a orthogonale  
Schwenkrichtung b geschwenkt wird und dabei die gleichen  
Verfahrensschritte wie bei der Schwenkrichtung a wiederholt  
5 werden.

In einem weiteren vorteilhaften Montageschritt kann die  
Position des Objektivs 5 erneut um die Z-Achse variiert und der  
Ort mit dem Kontrastmaximum in vorherbestimmten Positionen im  
10 Bild aufgesucht werden.

In der so justierten Lage wird das Objektiv 5 mit dem  
Objektivträger 11 lasergeschweißt.

15 Sofern es sich bei der Kameraanordnung um ein Farbkamerasystem  
handelt, werden bei jedem Schritt jeweils drei voneinander  
unabhängige Kontrastwerte für Rot, Grün und Blau bestimmt.  
Entsprechend der Wahrnehmung des menschlichen Auges werden  
primär die grünen Kontrastwerte stärker gewichtet als die roten  
20 und stärker als die blauen Kontrastwerte.



Kameraanordnung und Verfahren zur Justierung einer  
Kameraanordnung

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Kameraanordnung (1), insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, umfassend,
- eine Leiterplatte (6) mit einem Bildsensor (7) und einem Objektivträger (11), sowie
  - 10 - ein Objektiv (5) zur Projizierung eines Bildes auf den Bildsensor (7), wobei
  - das Objektiv (5) über Anschlussmittel mit dem Objektivträger (11) verbunden ist,
- 15 dadurch gekennzeichnet, dass
- es sich bei dem Anschlussmittel um einen oder mehrere endseitig des Objektivs (5) vorgesehenen kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitt(e) (10) handelt, die
- 20 in einer zylindrischen Bohrung (12) des Objektivträgers (11) aufgenommen sind, wobei das Anschlussmittel dazu geeignet ist, das Objektiv (5) relativ zu dem Bildsensor (7) zu verschieben, als auch zu verschwenken.
- 25 2. Kameraanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt (10) und die zylindrische Bohrung (12) über eine Spielpassung gegeneinander verschiebbar und verschwenkbar gelagert sind.
- 30 3. Kameraanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Objektiv (5), die Leiterplatte (6) mit dem Bildsensor (7) und dem Objektivträger (11) in einem Gehäuse (2) untergebracht sind.

4. Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der kugelsegmentförmige Abschnitt (10) dem Objektiv (5) angespritzt bzw. mit dem Objektiv (5) verklebt ist.
- 5
5. Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Objektivträger (11) aus einem Material besteht, welches für Laserstrahlung durchlässig ist.
- 10
6. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- 15
- a) Einbringen des Objektivs (5) in den Objektträger (11) in einer vorbestimmten Anfangsposition  $W_1$ ;
  - b) Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Wegstreckenposition  $W_n$  in einer Auswerteeinrichtung;
  - 20
  - c) Verschieben des Objektivs (5) um einen Wegstreckenabschnitt  $\Delta z$  in Richtung des Bildsensors (7);
  - 25
  - d) Wiederholen der Verfahrensschritte b) und c) bis der kugelsegmentförmige Gehäuseabschnitt (10) eine vorbestimmte Endposition  $W_{\text{Ende}}$  erreicht;
  - 30

- e) Verschieben des Objektivs (5) in die Wegstreckenposition  $W_{\max}$  in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist;
- f) Verschwenken des Objektivs (5) in eine vorbestimmte erste Anfangsschwenkposition  $S_{\alpha 1}$ ;
- g) Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen Schwenkposition  $S_{\alpha n}$  in einer geeigneten Auswerteeinrichtung;
- h) Verschwenken des Objektivs (5) um einen Schwenkwinkel  $\Delta\alpha$  in eine vorbestimmte erste Schwenkrichtung  $a$ ;
- i) Wiederholen der Verfahrensschritte g) und h) bis eine vorbestimmte erste Endposition  $S_{\alpha \text{End}}$  erreicht ist;
- j) Verschwenken des Objektivs (5) in die Schwenkposition  $S_{\alpha \max}$  in welcher der Wert der gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist;
- k) Verbinden des kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts (10) mit der zylindrischen Bohrung (12).

7. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin nachfolgende Verfahrensschritte zwischen dem Verfahrensschritt j) und k) vorgesehen sind:

- j<sub>1</sub>) Verschwenken des Objektivs (5) in eine zu der Schwenkrichtung a orthogonale Schwenkrichtung b in eine zweite Ausgangsschwenkposition  $S_{\beta 1}$ ;
- 5 j<sub>2</sub>) Auslesen der Bildsensorinformationen und Bestimmung der Kontrastwerte in vorbestimmten Bildbereichen, Bestimmung eines gewichteten Mittelwertes der Kontrastwerte und Speichern des gewichteten Mittelwertes verknüpft mit der jeweiligen
- 10 Schwenkposition  $S_{\beta n}$  in einer geeigneten Auswerteeinrichtung;
- j<sub>3</sub>) Verschwenken des Objektivs (5) um einen Schwenkwinkel  $\Delta\beta$  entgegengesetzt der zweiten
- 15 Schwenkrichtung b;
- j<sub>4</sub>) Wiederholen der Verfahrensschritte j<sub>2</sub>) und j<sub>3</sub>) bis eine vorbestimmte zweite Endposition  $S_{\beta \text{End}}$  erreicht ist.
- 20 j<sub>5</sub>) Verschwenken des Objektivs (5) in die Schwenkposition  $S_{\beta \text{max}}$  in welcher der Wert der zuvor gespeicherten gewichteten Mittelwerte maximal ist.
- 25 8. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den vorbestimmten Bildbereichen mindestens um diejenigen Bildpunkte handelt, die auf einem Radius  $R = \frac{1}{4} \cdot \text{der Breite des Bildes}$  um das zu erwartende Bildzentrum liegen.
- 30 9. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die

Kontrastwerte über die Modulationstransferfunktion bestimmt werden.

- 5 10. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der kugelsegmentförmigen Gehäuseabschnitts (10) und die zylindrischen Bohrung (12) durch Laserschweißen oder Verkleben miteinander verbunden werden.
- 10 11. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den ermittelten Kontrastwerten um jeweils voneinander unabhängige Kontrastwerte für die Farbwerte rot, grün und blau handelt.
- 15 12. Verfahren zur Justierung einer Kameraanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbwerte mit einem Faktor gewichtet werden, wobei die grünen Kontrastwerte stärker gewichtet werden als die roten Kontrastwerte und die roten Kontrastwerte stärker als die blauen Kontrastwerte.
- 20

Fig. 1

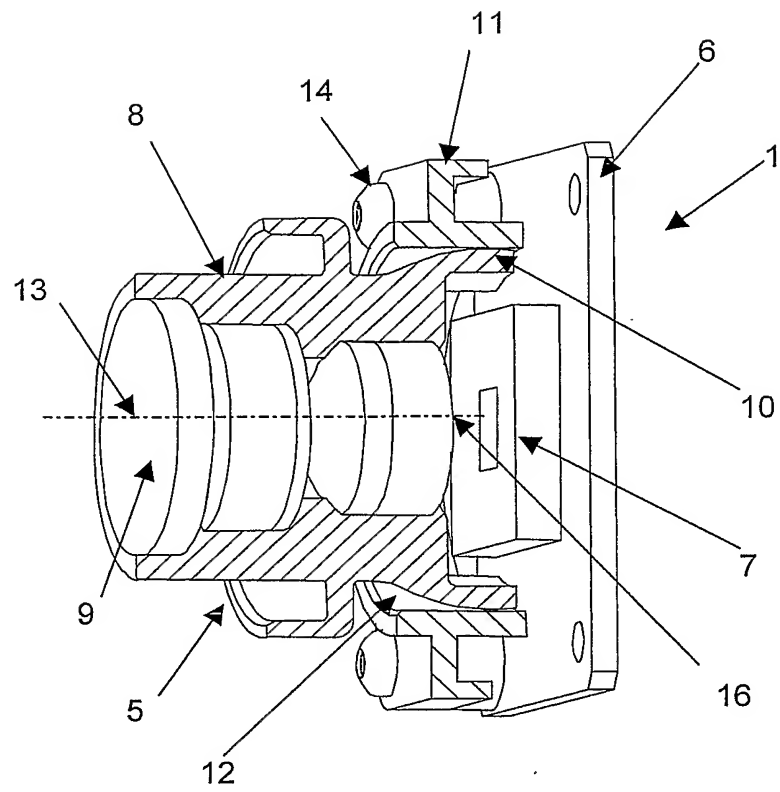


Fig. 2

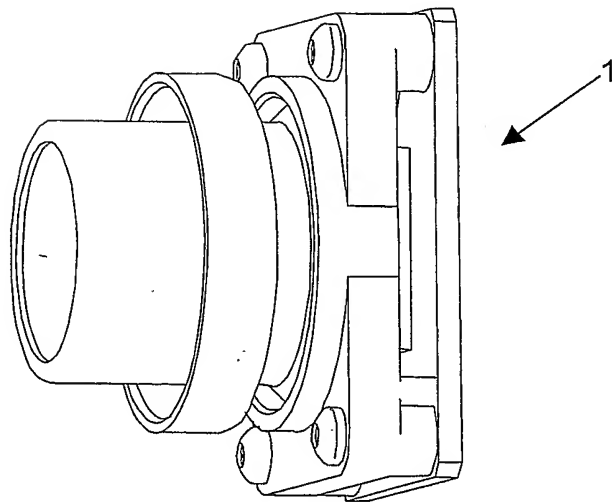


Fig. 3

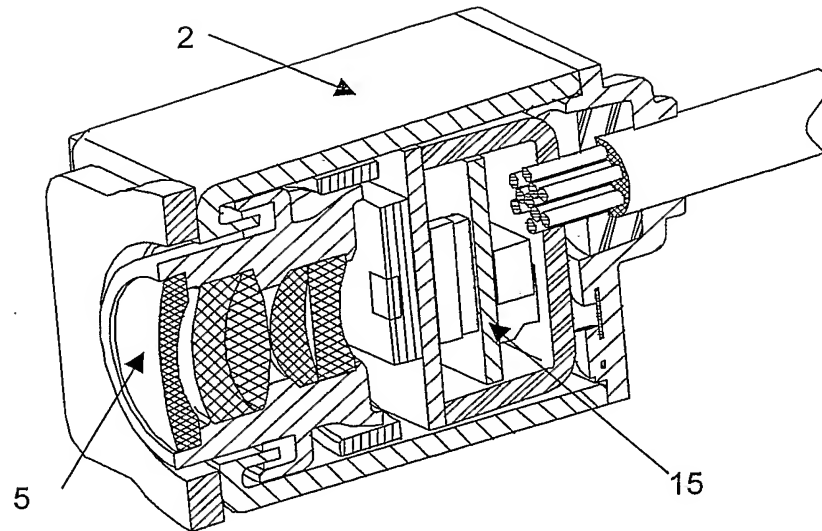
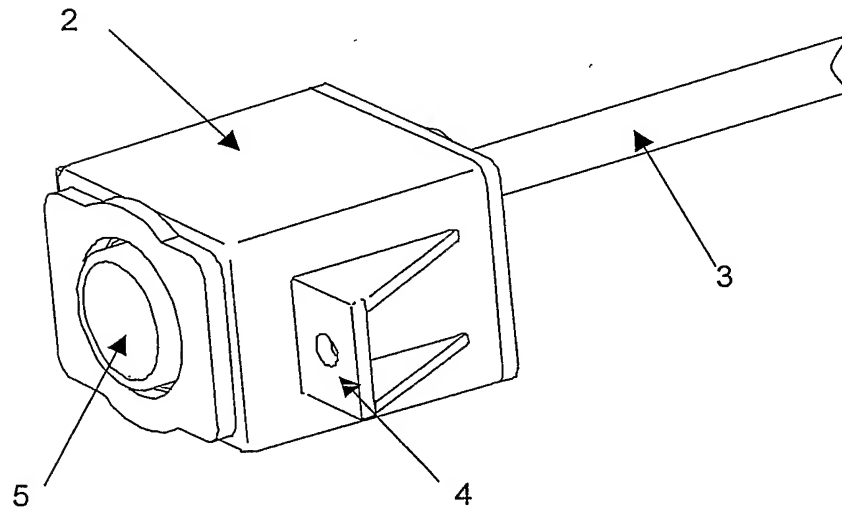
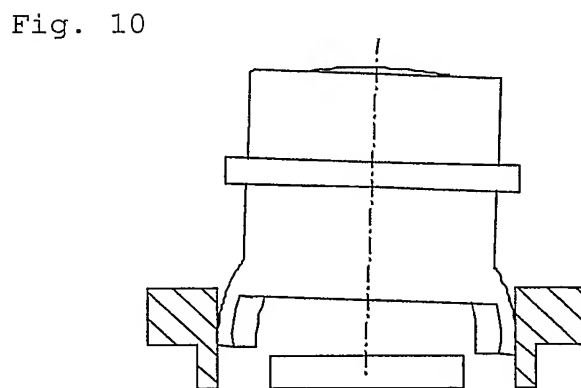
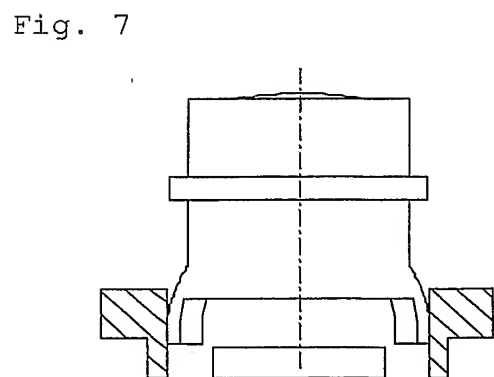
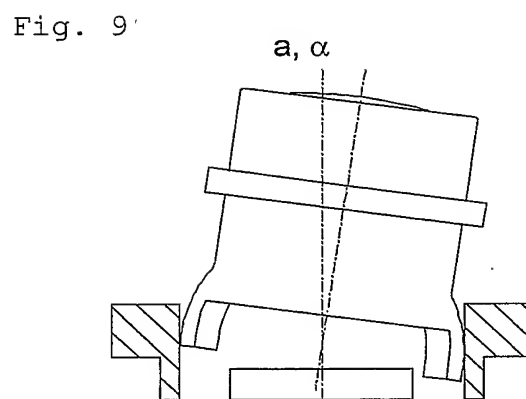
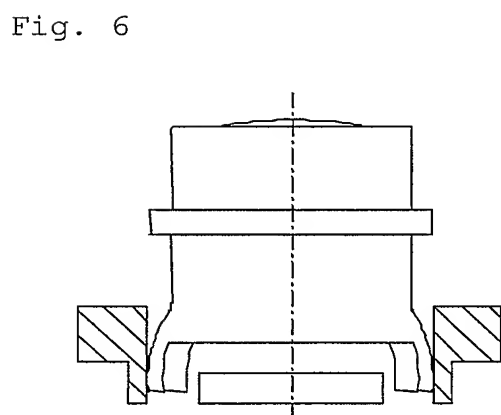
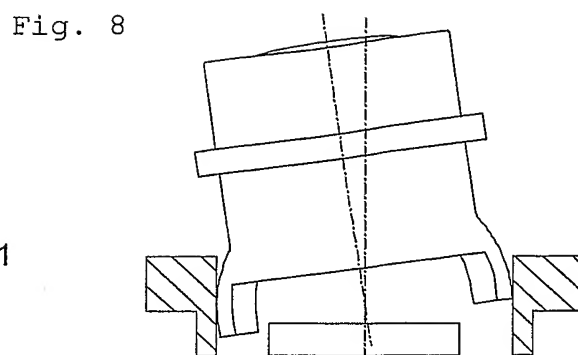
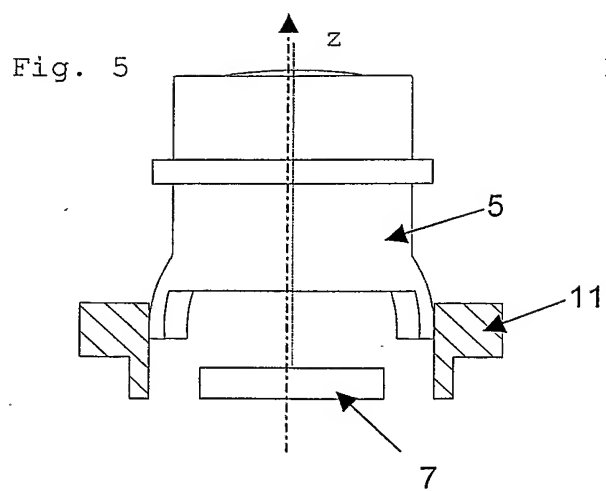


Fig. 4







## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/014285

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04N5/225 G02B7/02 G03B5/02 G03B5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G03B H04N G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 005 862 A (TAK SAU LO A) 25 April 1979 (1979-04-25) page 1, columns 79-119; figure 2 -----	1, 2, 4
A	US 5 129 717 A (FEINBLOOM ET AL) 14 July 1992 (1992-07-14) column 3, line 53 - column 7, line 2; figures 1,5-9 -----	1, 2, 4
A	US 4 185 903 A (LAND, EDWIN H) 29 January 1980 (1980-01-29) column 3, line 25 - column 6, line 14; figures 2-5 ----- -/--	1, 2, 4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 March 2005

Date of mailing of the international search report

05/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bähr, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/014285

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 24, 11 May 2001 (2001-05-11) & JP 2001 184449 A (DENSO CORP), 6 July 2001 (2001-07-06) abstract -----	1-3,6,8, 9,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 05, 30 April 1998 (1998-04-30) & JP 10 027236 A (RICOH CO LTD), 27 January 1998 (1998-01-27) abstract -----	1,6,8,9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 264 (P-495), 9 September 1986 (1986-09-09) & JP 61 088240 A (MAMIYA KOKI KK), 6 May 1986 (1986-05-06) abstract; figures 1-3 -----	1,2,4
A	DE 44 19 910 A1 (GOLDSTAR HONEYWELL CO. LTD., SEOUL/SOUL, KR) 22 December 1994 (1994-12-22) the whole document -----	1,3,6
A	US 5 467 228 A (LIN ET AL) 14 November 1995 (1995-11-14) the whole document -----	1,2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/014285

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2005862	A	25-04-1979	NONE	
US 5129717	A	14-07-1992	US 5291229 A	01-03-1994
US 4185903	A	29-01-1980	NONE	
JP 2001184449	A	06-07-2001	NONE	
JP 10027236	A	27-01-1998	NONE	
JP 61088240	A	06-05-1986	JP 1821490 C JP 5033365 B	10-02-1994 19-05-1993
DE 4419910	A1	22-12-1994	NONE	
US 5467228	A	14-11-1995	NONE	

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04N5/225 G02B7/02 G03B5/02 G03B5/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G03B H04N G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 005 862 A (TAK SAU LO A) 25. April 1979 (1979-04-25) Seite 1, Spalten 79-119; Abbildung 2 -----	1,2,4
A	US 5 129 717 A (FEINBLOOM ET AL) 14. Juli 1992 (1992-07-14) Spalte 3, Zeile 53 - Spalte 7, Zeile 2; Abbildungen 1,5-9 -----	1,2,4
A	US 4 185 903 A (LAND, EDWIN H) 29. Januar 1980 (1980-01-29) Spalte 3, Zeile 25 - Spalte 6, Zeile 14; Abbildungen 2-5 ----- -/--	1,2,4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. März 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bähr, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 24, 11. Mai 2001 (2001-05-11) & JP 2001 184449 A (DENSO CORP), 6. Juli 2001 (2001-07-06) Zusammenfassung -----	1-3,6,8, 9,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 05, 30. April 1998 (1998-04-30) & JP 10 027236 A (RICOH CO LTD), 27. Januar 1998 (1998-01-27) Zusammenfassung -----	1,6,8,9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 264 (P-495), 9. September 1986 (1986-09-09) & JP 61 088240 A (MAMIYA KOKI KK), 6. Mai 1986 (1986-05-06) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 -----	1,2,4
A	DE 44 19 910 A1 (GOLDSTAR HONEYWELL CO. LTD., SEOUL/SOUL, KR) 22. Dezember 1994 (1994-12-22) das ganze Dokument -----	1,3,6
A	US 5 467 228 A (LIN ET AL) 14. November 1995 (1995-11-14) das ganze Dokument -----	1,2

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014285

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2005862	A	25-04-1979	KEINE		
US 5129717	A	14-07-1992	US	5291229 A	01-03-1994
US 4185903	A	29-01-1980	KEINE		
JP 2001184449	A	06-07-2001	KEINE		
JP 10027236	A	27-01-1998	KEINE		
JP 61088240	A	06-05-1986	JP	1821490 C	10-02-1994
			JP	5033365 B	19-05-1993
DE 4419910	A1	22-12-1994	KEINE		
US 5467228	A	14-11-1995	KEINE		